

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-261152

(43)Date of publication of application : 13.10.1995

(51)Int.CI.

G02F 1/133

G09G 3/18

(21)Application number : 06-046806

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 17.03.1994

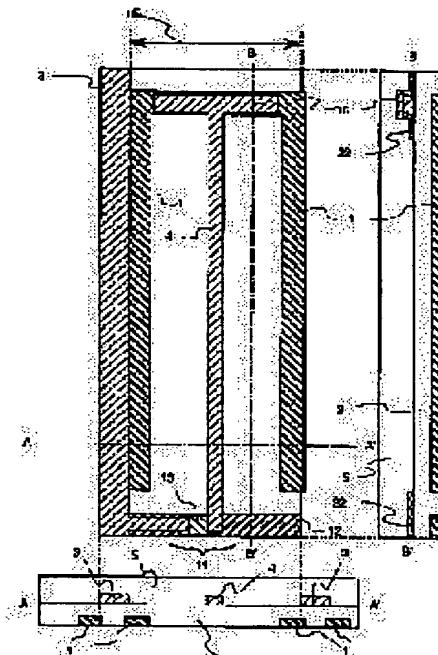
(72)Inventor : KONDO KATSUMI
OTA MASUYUKI
OE MASATO

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a bright and inexpensive thin film transistor liquid crystal display device with an excellent view characteristic constituted of a low power consumption IC by arranging a pixel electrode and a common electrode so that electric field is applied in nearly parallel to a substrate surface, setting the constitution of liquid crystal composition layers so that the brightness becomes a minimum value and deciding an applied voltage waveform so that an effective voltage applied to a pixel becomes high.

CONSTITUTION: The pixel electrode 4 and the common electrode 1 are arranged so that the electric field is applied between the pixel electrode 4 and the common electrode 1 and in nearly parallel to the substrate surface by a means applying a voltage signal waveform. The voltage waveforms VD , VC applied to a signal wiring electrode 3 and the common electrode 1 are decided so that the effective voltage VLC applied to the pixel becomes higher compared with the case, where the amplitude VC of the voltage waveform from the common electrode 1 is zero. Further, by varying the pulse height value of the voltage applied to the signal wiring electrode 3 according to image information, it is decided so that the effective voltage VLC applied to the pixel varies between the vicinity of the voltage $VOFF$ when the brightness becomes minimum and the voltage VON when the brightness becomes brighter.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3265802

[Date of registration] 11.01.2002

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-261152

(43)公開日 平成7年(1995)10月13日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 2 F 1/133
G 0 9 G 3/18

識別記号 550

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平6-46806

(22)出願日 平成6年(1994)3月17日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 近藤 克己

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 太田 益幸

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 大江 昌人

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

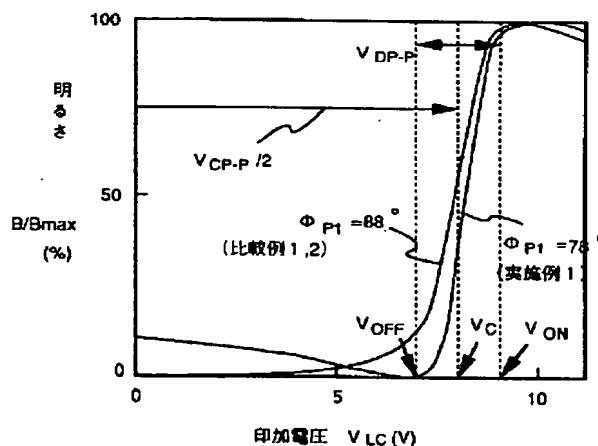
(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【目的】低消費電力のICで構成され明るくかつ視角特性が良好で低コストの薄膜トランジスタ型液晶表示装置を得る。

【構成】基板面にほぼ平行に電界を印加する電極構造と、電圧がかかった状態で明るさの最小値を取る液晶の素子構成と、共通電極からも画素に印加される実効電圧 V_{LC} を高める電圧波形を印加する駆動回路とからなる。

図 4



【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも一方が透明な一对の基板、該基板間に挟持され、配向した誘電率異方性と屈折率異方性とを有する液晶組成物層、偏光手段、マトリクス状に配置された複数の画素、各画素ごとに備えられ、画素電極、信号配線電極及び走査配線電極に接続された薄膜トランジスタ素子、共通電極、前記画素電極と共通電極の間に電圧信号波形を印加する手段とを有する液晶表示装置において、

前記画素電極と前記共通電極は、電圧信号波形を印加する手段により前記画素電極と前記共通電極との間でかつ、基板面にほぼ平行に電界を印加するように配置され、

前記液晶組成物層の配向状態及び前記偏光手段の構成は、前記画素電極と前記共通電極間に印加される電圧 V_{LC} がほぼゼロにおいて明るさがほぼゼロでかつ電圧 V_{LC} をゼロから徐々に増大させるに従い実質的に明るさが変化しない電圧領域をへた後に明るさが増大する、あるいは電圧 V_{LC} をゼロから徐々に増大させるに従い明るさが減少し最小値をとるように設定され、

前記信号配線電極および前記共通電極のそれぞれには走査配線電極に印加する走査信号波形 V_s に同期をとった電圧波形 V_d 、 V_c が印加され、前記信号配線電極および前記共通電極に印加される電圧波形 V_d 、 V_c は前記画素に印加される実効電圧 V_{LC} が前記共通電極からの電圧波形の振幅 V_c がゼロの場合に比べて高くなるように定められ、

かつ前記信号配線電極に印加する電圧の波高値を画像情報に従い変化させることで、前記画素に印加される実効電圧 V_{LC} が明るさが最小となる電圧 V_{OFF} 近傍とそれより明るい状態となる電圧 V_{ON} との間で変化するように定めて駆動されることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】前記液晶組成物層内の配向に関して、一方の基板界面上での液晶分子配向方向角度 ϕ_{LC1} と他方基板界面上での液晶分子配向方向角度 ϕ_{LC2} とが互いに略平行 ($\phi_{LC1} \approx \phi_{LC2} \equiv \phi_{LC}$) であり、かつ前記液晶組成物層の厚み d 及び屈折率異方性 Δn の積 $d \cdot \Delta n$ が $0.21 \mu m$ から $0.36 \mu m$ の間であることを特徴とする請求項1項に記載の液晶表示装置。

【請求項3】前記液晶組成物層の誘電率異方性が正であり、前記界面上の液晶分子の長軸方向と電界方向とのなす角 $|\phi_{LC}|$ が 45° を超え 90° 未満であり、前記偏光手段が前記液晶組成物層を挟む一对の偏光板であり、該一对の偏光板のうちの一方の偏光板Aの透過軸(或いは吸収軸)の角度 ϕ_P と ϕ_{LC} とのなす角 $|\phi_{LC} - \phi_P|$ が 2° 以下であることを特徴とする請求項2項に記載の液晶表示装置。

【請求項4】前記界面上の液晶分子の長軸方向と電界方向とのなす角 $|\phi_{LC}|$ が 85° を超え 90° 未満であり、かつ前記液晶組成物層の厚み d 及び屈折率異方性 Δn

n の積 $d \cdot \Delta n$ が $0.26 \mu m$ から $0.36 \mu m$ の間であることを特徴とする請求項3項に記載の液晶表示装置。

【請求項5】前記液晶組成物層の誘電率異方性が正であり、前記界面上の液晶分子の長軸方向と電界方向とのなす角 $|\phi_{LC}|$ が 45° を超え 90° 未満であり、前記偏光手段が前記液晶組成物層を挟む一对の偏光板であり、該一对の偏光板のうちの一方の偏光板の透過軸(或いは吸収軸)の角度 ϕ_P よりも大きく、かつその差 $|\phi_{LC} - \phi_P|$ が 2° 以上 30° 以下であることを特徴とする請求項2項に記載の液晶表示装置。

【請求項6】前記界面上の液晶分子の長軸方向と電界方向とのなす角 $|\phi_{LC}|$ が 80° 以上 90° 未満であり、角度差 $|\phi_{LC} - \phi_P|$ が 2° 以上 10° 以下であることを特徴とする請求項5項に記載の液晶表示装置。

【請求項7】前記液晶組成物層の誘電率異方性が負であり、前記界面上の液晶分子の長軸方向と電界方向とのなす角 $|\phi_{LC}|$ が 0° を超え 45° 未満であり、前記偏光手段が前記液晶組成物層を挟む一对の偏光板であり、該一对の偏光板のうちの一方の偏光板の透過軸(或いは吸収軸)の角度 ϕ_P と ϕ_{LC} とのなす角 $|\phi_{LC} - \phi_P|$ が 2° 以下であることを特徴とする請求項2項に記載の液晶表示装置。

【請求項8】前記界面上の液晶分子の長軸方向と電界方向とのなす角 $|\phi_{LC}|$ が 0° 度を超えて 5° 未満であり、かつ前記液晶組成物層の厚み d 及び屈折率異方性 Δn の積 $d \cdot \Delta n$ が $0.26 \mu m$ から $0.36 \mu m$ の間であることを特徴とする請求項7項に記載の液晶表示装置。

【請求項9】前記液晶組成物層の誘電率異方性が負であり、前記界面上の液晶分子の長軸方向と電界方向とのなす角 $|\phi_{LC}|$ が 0° を超え 45° 未満であり、前記偏光手段が前記液晶組成物層を挟む一对の偏光板であり、該一对の偏光板のうちの一方の偏光板の透過軸(或いは吸収軸)の角度 ϕ_P よりも小さく、かつその差 $|\phi_{LC} - \phi_P|$ が 2° 以上 30° 以下であることを特徴とする請求項2項に記載の液晶表示装置。

【請求項10】前記界面上の液晶分子の長軸方向と電界方向とのなす角 $|\phi_{LC}|$ が 0° 度を超えて 10° 未満であり、前記角度差 $|\phi_{LC} - \phi_P|$ が 2° 以上 10° 以下であることを特徴とする請求項9項に記載の液晶表示装置。

【請求項11】前記走査配線電極に少なくとも3値以上の振幅レベルを有する電圧波形を印加し、走査選択期間には、薄膜トランジスタ素子の信号配線、画素電極間の抵抗値を著しく下げるのに十分な高いレベルを有し、かつもつとも高いレベルの V_{GH} を印加し、非走査選択期間には、共通配線電極に印加した電圧 V_c の増減に応じて、異なるレベルの2値以上の電圧(最高値を V_{GLH} 、最低値を V_{GLL} と定義する)を印加し、走査配線電極と共通電極の間の電位差を減じたことを特徴とする請求項1項に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、低消費電力のICで構成され明るくかつ視角特性が良好で低成本の薄膜トランジスタ型液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の薄膜トランジスタ型液晶表示装置では、液晶層を駆動する電極としては2枚の基板界面上に形成し相対向させた透明電極を用いていた。これは、液晶に印加する電界の方向を基板界面にほぼ垂直な方向とすることで動作する、ツイステッドネマチック表示方式に代表される表示方式を採用していることによる。一方、液晶に印加する電界の方向を基板界面にほぼ平行な方向とする方式として、櫛歯電極対を用いた方式が、例えば特公昭63-21907号により提案されているが、表示装置としては実用化されていない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】前記の従来技術の表示装置においては、視角方向を変化させた際の輝度変化が著しく、特に中間調表示を行った場合、視角方向により階調レベルが反転してしまうなど、実用上問題であった。これに対し、櫛歯電極対を用いて液晶に印加する電界の方向を基板界面にほぼ平行な方向とする方式を採用すると、明るさの視角依存性がほぼなくなることが明らかにされている(参照、R. Kiefer, B. Weber, F. Windscheid and G. Baur, Proceedings of the Twelfth International Display Research Conference(Japan Display, '92')pp.547-550)。しかしながら、この発表においては薄膜トランジスタの構造とこの方式に適した駆動方法についての記述はない。また、ここで示された構成においては、十分な光透過率とコントラスト比を保つには例えば8ボルト以上の高い電圧を印加する必要があり、製造コストや消費電力が高い高耐圧の駆動ICを用いなくてはならない。加えて、電極間ギャップが僅かに10μmと、通常の液晶表示装置の画素ピッチに比べて極めて狭く、パネルの光透過率を引上げ明るさを高めるために必須である高開口率の確保が非常に困難となっている。一方で高開口率確保のために電極間ギャップを広げると、電極間の電界強度が低下し、十分な光透過率を保つのに要する駆動電圧がますます高くなってしまい、長い路となっていた。

【0004】一方、特公昭63-21907号には相互に咬合する櫛歯電極対を薄膜トランジスタと接続した構造が提案されているが、ここでは櫛歯電極を1画素内に17本も導入しており、十分な画素開口率(例えば30%以上)を維持するには櫛歯電極の電極幅を1~2μm程度以下と極めて狭くする必要がある。開口率を実用レベルまで拡大しつつ高電界を印加するには極めて狭い幅の電極をこのように多数本導入し、対の電極間のギャップができるだけ狭くすることが必要である。しかしながら、大型基板全面にわたってそのような細線を均一にかつ断

線がないように形成することは極めて困難である。即ち、上記の従来技術では、低駆動電圧、高画素開口率と製造歩留まりがトレードオフの関係となり、明るい画像を有する液晶表示装置を低成本で提供することは困難であった。

【0005】本発明はこれらの課題を同時に解決するもので、少ない本数の電極により、かつ電極間ギャップをさほど狭めずとも実用上十分に低い耐圧のICによって駆動可能な高画素開口率薄膜トランジスタ型液晶表示装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決し、上記目的を達成するために本発明では以下の手段を用いる。少なくとも一方が透明な一对の基板、該基板間に挟持され、配向した誘電率異方性と屈折率異方性とを有する液晶組成物層、偏光手段、マトリクス状に配置された複数の画素、各画素ごとに備えられ、画素電極、信号配線電極及び走査配線電極に接続された薄膜トランジスタ素子、共通電極、前記画素電極と共通電極の間に電圧信号波形を印加する手段とを有する液晶表示装置において、

【手段1】前記画素電極と前記共通電極は、電圧信号波形を印加する手段により前記画素電極と前記共通電極との間でかつ、基板面にほぼ平行に電界を印加するように配置され、前記液晶組成物層の配向状態及び前記偏光手段の構成は、前記画素電極と前記共通電極間に印加される電圧V_{Lc}がほぼゼロにおいて明るさがほぼゼロでかつ電圧V_{Lc}をゼロから徐々に増大させるに従い実質的に明るさが変化しない電圧領域をへた後に明るさが増大する、あるいは電圧V_{Lc}をゼロから徐々に増大させるに従い明るさが減少し最小値をとるよう設定され、前記信号配線電極および前記共通電極のそれぞれには走査配線電極に印加する走査信号波形V_sに同期をとった電圧波形V_d、V_cが印加され、前記信号配線電極および前記共通電極に印加される電圧波形V_d、V_cは前記画素に印加される実効電圧V_{Lc}が前記共通電極からの電圧波形の振幅V_cがゼロの場合に比べて高くなるように定められ、かつ前記信号配線電極に印加する電圧の波高値を画像情報に従い変化させることで、前記画素に印加される実効電圧V_{Lc}が明るさが最小となる電圧V_{OFF}近傍とそれより明るい状態となる電圧V_{ON}との間で変化するように定めて駆動されることを特徴とする液晶表示装置。

【0007】手段1によれば少ない本数の電極により、電極間ギャップをさほど狭めずにも実用上十分に低い耐圧のICによって駆動可能な広視角薄膜トランジスタ型液晶表示装置を提供することが可能となる。低い耐圧のICの使用は同時に低消費電力化をもたらす。

【0008】【手段2】前記液晶組成物層内の配向に関して、一方の基板界面上での液晶分子配向方向角度φ_{Lc1}と他方基板界面上での液晶分子配向方向角度φ_{Lc2}とが互いに略平行(φ_{Lc1}≈φ_{Lc2}≈φ_{Lc})であり、かつ前

記液晶組成物層の厚み d 及び屈折率異方性 Δn の積 $d \cdot \Delta n$ が $0.21 \mu m$ から $0.36 \mu m$ の間であることを特徴とする手段 1 に記載の液晶表示装置。

【0009】手段 2 によれば液晶表示モードを最適化し、明るさを最大限引き出すことが可能である。

【0010】〔手段 3〕前記液晶組成物層の誘電率異方性が正であり、前記界面上の液晶分子の長軸方向と電界方向とのなす角 $|\phi_{LC}|$ が 45 度を超える 90 度未満であり、前記偏光手段が前記液晶組成物層を挟む一対の偏光板であり、該一対の偏光板のうちの一方の偏光板 A の透過軸（或いは吸収軸）の角度 ϕ_P と $|\phi_{LC}|$ のなす角 $|\phi_{LC} - \phi_P|$ が 2 度以下であることを特徴とする手段 2 に記載の液晶表示装置。ただし、 $-90^\circ \leq \phi_{LC} \leq 90^\circ$ である。

【0011】〔手段 4〕前記界面上の液晶分子の長軸方向と電界方向とのなす角 $|\phi_{LC}|$ が 85 度を超える 90 度未満であり、かつ前記液晶組成物層の厚み d 及び屈折率異方性 Δn の積 $d \cdot \Delta n$ が $0.26 \mu m$ から $0.36 \mu m$ の間であることを特徴とする手段 3 に記載の液晶表示装置。

【0012】〔手段 5〕前記液晶組成物層の誘電率異方性が正であり、前記界面上の液晶分子の長軸方向と電界方向とのなす角 $|\phi_{LC}|$ が 45 度を超える 90 度未満であり、前記偏光手段が前記液晶組成物層を挟む一対の偏光板であり、該一対の偏光板のうちの一方の偏光板の透過軸（或いは吸収軸）の角度 ϕ_P よりも大きく、かつその差 $|\phi_{LC} - \phi_P|$ が 2 度以上 30 度以下であることを特徴とする手段 2 に記載の液晶表示装置。

【0013】〔手段 6〕前記界面上の液晶分子の長軸方向と電界方向とのなす角 $|\phi_{LC}|$ が 80 度以上 90 度未満であり、角度差 $|\phi_{LC} - \phi_P|$ が 2 度以上 10 度以下であることを特徴とする手段 5 に記載の液晶表示装置。

【0014】〔手段 7〕前記液晶組成物層の誘電率異方性が負であり、前記界面上の液晶分子の長軸方向と電界方向とのなす角 $|\phi_{LC}|$ が 0 度を超える 45 度未満であり、前記偏光手段が前記液晶組成物層を挟む一対の偏光板であり、該一対の偏光板のうちの一方の偏光板の透過軸（或いは吸収軸）の角度 ϕ_P と $|\phi_{LC}|$ のなす角 $|\phi_{LC} - \phi_P|$ が 2 度以下であることを特徴とする手段 2 に記載の液晶表示装置。ただし、 $-90^\circ \leq \phi_{LC} \leq 90^\circ$ である。

【0015】〔手段 8〕前記界面上の液晶分子の長軸方向と電界方向とのなす角 $|\phi_{LC}|$ が 0 度を超える 5 度未満であり、かつ前記液晶組成物層の厚み d 及び屈折率異方性 Δn の積 $d \cdot \Delta n$ が $0.26 \mu m$ から $0.36 \mu m$ の間であることを特徴とする手段 7 に記載の液晶表示装置。

【0016】〔手段 9〕前記液晶組成物層の誘電率異方性が負であり、前記界面上の液晶分子の長軸方向と電界方向とのなす角 $|\phi_{LC}|$ が 0 度を超える 45 度未満であり、前記偏光手段が前記液晶組成物層を挟む一対の偏光

板であり、該一対の偏光板のうちの一方の偏光板の透過軸（或いは吸収軸）の角度 ϕ_P よりも小さく、かつその差 $|\phi_{LC} - \phi_P|$ が 2 度以上 30 度以下であることを特徴とする手段 2 に記載の液晶表示装置。

【0017】〔手段 10〕前記界面上の液晶分子の長軸方向と電界方向とのなす角 $|\phi_{LC}|$ が 0 度を超える 10 度未満であり、前記角度差 $|\phi_{LC} - \phi_P|$ が 2 度以上 10 度以下であることを特徴とする手段 9 に記載の液晶表示装置。

10 【0018】手段 3 から手段 10 は低い耐圧の IC で動作するように、液晶及び偏光板を最適化する具体策を提供するものである。

【0019】〔手段 11〕前記走査配線電極に少なくとも 3 値以上の振幅レベルを有する電圧波形を印加し、走査選択期間には、薄膜トランジスタ素子の信号配線、画素電極間の抵抗値を著しく下げるのに十分な高いレベルを有し、かつもつとも高いレベルの V_{GH} を印加し、非走査選択期間には、共通配線電極に印加した電圧 V_c の増減に応じて、異なるレベルの 2 値以上の電圧（最高値を V_{GLH} 、最低値を V_{GLL} と定義する）を印加し、走査配線電極と共通電極の間の電位差を減じたことを特徴とする手段 1 に記載の液晶表示装置。

20 【0020】手段 11 は手段 1 及び手段 10 全体で生じる、基板面に平行に電界を印加する方式を共通電極に電界を印加する場合の問題である、走査電極と画素電極の間に生じる寄生容量 C_{GS} により発生する飛込み電圧 ΔV_{GS} による電圧変動の影響を抑制することが可能となる。

【0021】

【作用】先ず初めに、図 2 により電界方向 9 に対する界面近傍での液晶分子長軸（光学軸）方向 10 のなす角 ϕ_{LC} 、偏光板の偏光透過軸 11 のなす角 ϕ_P の定義を示す。偏光板及び液晶界面はそれぞれ上下に一対あるので必要に応じて ϕ_{P1} 、 ϕ_{P2} 、 ϕ_{LC1} 、 ϕ_{LC2} と表記する。尚、図 2 は後述する図 1 の正面図に対応する。

【0022】次に本発明の作用を図 1 を用いて説明する。

【0023】図 1 (a)、(b) は本発明の液晶パネル内での液晶の動作を示す側断面を、図 1 (c)、(d) はその正面図を表す。図 1 には薄膜トランジスタ素子部は省略され配線電極構造の 1 部が示されている。また、本発明の表示装置は複数の画素で構成されるが、ここでは一画素の中の部分のみを示した。電圧無印加時のセル側断面を図 1 (a) に、その時の正面図を図 1 (c) に示す。透明な一対の基板の内側に線状の電極 1、4 が形成され、その上に保護膜兼用の配向制御膜 5 が塗布及び配向処理されている。間に液晶組成物が挟持されている。棒状の液晶分子 6 は、電界無印加時には電極 1、4 の長手方向（図 1 (c) 正面図）に対して若干の角度、即ち $45^\circ \leq |\phi_{LC}| < 90^\circ$ 、をもつように配向されている。図 1、図 2 では界面上の液晶分子長軸配向（ラ

ビング) 方向 10 を矢印で示した。上下界面上での液晶分子配向方向は、望ましい一例として平行、即ち $\phi_{LC1} = \phi_{LC2}$ ($= \phi_{LC}$) となっている。液晶組成物の誘電異方性は正を想定している。

【0024】ここで、画素電極 4 と共通電極 1 のそれぞれに異なる電位を与えそれらの間に電位差を与えて液晶組成物層に電界 9 を印加すると、液晶組成物が持つ誘電異方性と電界との相互作用により図 1 (b), (d) に示したように液晶分子が反応して電界方向にその向きを変える。この時液晶組成物層の屈折率異方性と偏光板との相互作用により明るさが変わる。本発明の主要な構成の第 1 は電気光学特性の最適化であり、第 2 は駆動条件の最適化である。以下それについてその作用について説明する。

【0025】(1) 電気光学特性の最適化 (第 1 の構成)

*

$$T/T_0 = \sin^2(2\chi_{eff}) \cdot \sin^2$$

明るさを変化させる際の挙動としては、低電圧 V_{OFF} 印加時に暗、高電圧 V_{ON} 印加時に明状態となるノーマリクローズ特性と、明暗がその逆になるノーマリオープン特性の 2 種類がある。本発明の第 1 の構成は V_{LC} を増大させるに従い明るさが減少し最小値をとるように偏光板等を設定することにある。従って、ノーマリクローズ特性を得るには偏光板 8 の偏光透過軸 11 と電界方向 9 のなす角 ϕ_P をラビング方向 10 と電界方向 9 のなす角 ϕ_{LC} より若干 (2 度以上 30 度以下、望ましくは 3 度以上 10 度以下) 小さな角度に配置すれば良い。こうすることで、あるバイアス電圧 (後述する V_{OFF}) を印加した状態で、(1) 式における χ_{eff} が 0 となり明るさに対応する光透過率 T/T_0 も 0 となる。一方それより高い電界 (後述する V_{ON}) を印加する時にはその強度に応じて χ_{eff} の値が増大し、45 度の時に最大になる。一方、ノーマリオープン特性を得るには偏光板 8 の偏光透過軸 11 と電界方向 9 のなす角 ϕ_P をラビング方向 10 と電界方向 9 のなす角 ϕ_{LC} より大幅に (45 度以上) 小さな角度に配置すれば良い。いずれの特性に対しても、無彩色でかつ透過率を最大とするには実効的な $d_{eff} \cdot \Delta n$ を 2 分の 1 波長である $0.28 \mu m$ とすれば良い (ここで光の波長は $0.555 \mu m$ と想定した)。現実には裕度があるために、0.21 から $0.36 \mu m$ の間に入っていれば良いが、特に誘電率異方性が正でラビング角度 $|\phi_{LC}|$ を 10 度以下と小さくする時にはやや高めの 0.27 から $0.33 \mu m$ の間の値に設定すると良い。

【0027】図 4 にこの本発明の主要な第 1 の構成である明るさの印加電圧依存性の曲線の一例を示す。画素電極 4 と共通電極 1 の間に印加される電圧 V_{LC} をほぼゼロから、徐々に増大させるに従い明るさが一旦減少し最小値をとった後に再び増大し、やがて印加電圧がほぼゼロの時の明るさよりも高い値を取る。ここではこのように

*はじめに、上述のような液晶分子の配向方向を変化させて、それにあわせて明るさを変化させる作用について説明する。一般に一軸性複屈折性媒体を直交配置した 2 枚の偏光板の間に挿入した時の光透過率 T/T_0 は次式で表される。ここで、 χ_{eff} は液晶組成物層の実効的な光軸方向 (実効的な分子長軸方向と偏光透過軸とのなす角)、 d_{eff} は複屈折性を有する実効的な液晶組成物層の厚み、 Δn は屈折率異方性、 λ は光の波長を表す。ここで、液晶組成物層の光軸方向を実効的な値とした目的は、実際のセル内では界面上では液晶分子が固定されており、電界印加時にはセル内で全ての液晶分子が互いに平行かつ一様に配向しているのではなく、特に界面近傍では大きな変形が起こっていることを鑑み、それらの平均値として一様状態を想定した時の見かけの値を取り扱うことにある。

【0026】

$$(\pi d_{eff} \cdot \Delta n / \lambda) \dots (1)$$

高電圧側で明状態が表示される特性をノーマリクローズ特性と呼ぶ。一方、図 5 には高電圧側で暗状態となるノーマリオープン特性の一例を示す。なお、ここではいずれの場合も複屈折モードを採用し、液晶組成物層を挟持している 2 枚の偏光板の偏光透過軸はほぼ直交させたが、上述のようなある一定幅の電圧範囲で明暗 2 状態が表示できる特性を実現する手段であればこれに限らない。なお、本発明ではいずれの特性に対しても明るさがほぼ最小値となる電圧を V_{OFF} と定義し、より明るい状態を得る電圧を V_{ON} と定義する (図 4, 図 5)。

【0028】(2) 駆動条件の最適化 (第 2 の構成)

次に、上記の主要な第 1 の構成と主要な第 2 の構成である以下の駆動方法とを組み合わせることで駆動 I C の電圧を大幅に引き下げる事が可能となる作用について説明する。図 10 に本発明の駆動回路システムを示す。本発明では一般的な薄膜トランジスタ型表示装置の駆動回路と同様に走査電極駆動回路 18 と信号電極駆動回路 19 とからなるが、加えて共通電極にも電圧波形を印加する駆動回路 20 も備える。図 9 にはこの回路による駆動波形の一例を示す。図 9 (a) は走査電極駆動回路から供給される走査波形 V_G を、図 9 (b) は信号電極駆動回路から供給される画像情報を担った信号波形 V_D をしめす。図 9 (c) は共通電極に供給する波形 V_C を、図 9 (d) は画素電極であるソース電極にかかる電圧 V_S を、そして図 9 (e) は液晶にかかる電圧 V_{LC} を表す。ここで、共通電極に供給する波形 V_C は信号波形 V_D と同期をとりかつその位相を逆にして、液晶に印加される実効電圧が、共通電極からの電圧波形の振幅 V_C がゼロの場合よりも著しく高められるようにしている。

【0029】本発明では、共通電極にも電圧波形を印加する駆動回路 20 を備えているが、前述の電気光学的特性とこの簡素な回路とを組み合わせることにより、もっとも数多く使用しつつ画像情報を担うために高価になる

信号電極駆動回路のコストを低減できる。全回路コストのかなりの部分を占める信号電極駆動回路のコスト低減は表示装置全体のコスト低減に大きく寄与する。一般に駆動ICの製造コストは耐圧（最大出力電圧）に強く依存し、低いほど低減しやすい。一方、共通電極駆動回路の方は基本的には出力端子が1つあれば十分であり、また画像情報を担わせる必要もなく出力電圧を多少高くしてもさほど大きなコスト上昇には結びつかない。図9からも明らかなように、共通電極に信号電圧波形と逆位相の電圧波形を印加すると液晶にかかる実効電圧 V_{LC} が高まる。液晶にかかる実効電圧 V_{LC} は画素電極であるソース電極にかかる電圧 V_s から共通電極からの電圧 V_c を引いた電圧になる。また、ゲートがオフの時の画素電極（ソース電極）にかかる電圧の振幅 ΔV_s は信号電極にかかる電圧 V_D のピークツーピーク値 $|V_{DH} - V_{DL}|$ にほぼ比例する。したがって、信号電極にかかる電圧、即ち画素電極（ソース電極）にかかる電圧波形と共通電極にかかる電圧波形とが互いに逆位相の関係にあれば、液晶にかかる実効電圧 V_{LC} のピークツーピーク値はそれらの和になり、信号電極にかかる電圧が低くとも液晶により高い電圧がかけられる。図4からも明らかなように変化できる電圧範囲（ダイナミックレンジとも称す）は ΔV_s であるため、上述の主要な第1の構成として示した偏光板等の設定により、明るさの最小値を得る電圧 V_{OFF} と、十分な明るさが得られる電圧 V_{ON} との差のダイナミックレンジに対応する電圧幅が狭められ、より信号電圧波形の振幅が低く抑制される。

【0030】なお、 V_{OFF} と V_{ON} の差は界面上の液晶の配向方向（ラビング方向）に強く依存し、液晶の誘電率異方性が正の場合、角度 $|\phi_{LC}|$ を90度未満の範囲でできるだけ大きくとることが効果的である。液晶の誘電率異方性が負の場合は逆に角度 $|\phi_{LC}|$ を0度を越える範囲でできるだけ小さくとると良い。

【0031】

【実施例】本発明を実施例により具体的に説明する。

【0032】【実施例1】基板としては厚みが1.1mmで表面を研磨した透明なガラス基板を2枚用いる。これらの基板のうち一方の基板の上に薄膜トランジスタを形成し、更にその上の最表面に絶縁膜兼用の配向膜を形成した。本実施例では配向膜としてポリイミドを採用し、その上を液晶を配向させるためのラビング処理をした。他方の基板上にもポリイミドを塗布し同様のラビング処理をした。上下界面上のラビング方向は互いにほぼ平行で、かつ印加電界方向とのなす角度を88度（ $\phi_{LC1} = \phi_{LC2} = 88^\circ$ ）とした。これらの基板間に誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ が正でその値が4.5であり、屈折率異方性 Δn が0.072(589nm, 20°C)のネマチック液晶組成物を挟んだ。ギャップdは球形のポリマービーズを基板間に分散して挟持し、液晶封入状態で3.9μmとした。よって $\Delta n \cdot d$ は0.281μmである。2枚の偏

光板【日東電工社製G1220DU】でパネルを挟み、一方の偏光板の偏光透過軸をラビング方向より若干小さな角度、即ち $\phi_{P1} = 80^\circ$ （即ち、 $|\phi_{LC1} - \phi_{P1}| = 8^\circ$ ）に設定し、他方をそれに直交、即ち $\phi_{P2} = -12^\circ$ とした。これにより、本発明の第1の主要構成である画素に印加される電圧 V_{LC} をゼロから徐々に増大させるにしたがい明るさが減少し最小値をとる特性（図4）を得た。本実施例では低電圧（ V_{OFF} ）で暗状態、高電圧（ V_{ON} ）で明状態をとるノーマリクローズ特性を採用した。 V_{OFF} は6.9V、 V_{ON} は9.1Vである。

【0033】薄膜トランジスタ及び各種電極の構造を図3に示す。図3(a)は基板面に垂直な方向から見た正面図、図3(b), (c)は側断面図を表す。薄膜トランジスタ素子14は画素電極（ソース電極）4、信号電極（ドレイン電極）3、走査電極（ゲート電極）12及びアモルファシリコン13から構成される。共通電極1と走査電極12、及び信号電極3と画素電極4とはそれぞれ同一の金属層をパターン化して構成した。容量素子16は、2本の共通電極1の間を結合する領域（図3において点線で示した）において画素電極4と共通電極1で絶縁保護膜2を挟む構造として形成した。画素電極は正面図（図3(a)）において、2本の共通電極1の間に配置されている。画素ピッチは横方向（すなわち信号配線電極間）は69μm、縦方向（すなわち走査配線電極間）は207μmである。電極幅は、複数画素間にまたがる配線電極である走査電極、信号電極、共通電極配線部（走査配線電極に平行（図3で横方向）に延びた部分）を広めにし、線欠陥を回避した。幅はそれぞれ10μmである。一方、開口率向上のために1画素単位で独立に形成した画素電極、及び共通電極の信号配線電極の長手方向に伸びた部分の幅は若干狭くし、それぞれ5μm、8μmとした。これらの電極の幅を狭くすることで異物等の混入により断線する可能性が高まるが、この場合1画素の部分的欠落すみ線欠陥には至らない。加えて、更にできるだけ高い開口率を実現するために絶縁膜を介して共通電極と信号電極を若干（1μm）重ねた。これにより、信号配線に平行な方向のブラックマトリクスは不要になる。そこで図3(c)に示されているように、走査配線電極方向のみ遮光するブラックマトリクス構造とした。このようにして、共通電極と画素電極とのギャップが20μm、開口部の長手方向の長さ157μmとなり、44.0%の高開口率が得られた。画素数は320本の信号配線電極と160本の配線電極により 320×160 個とした。複数画素から構成されるパネルの部分を図13、図14に示す。図13ではブラックマトリクスを省略し、図14ではブラックマトリクスで遮光した状態を示した。

【0034】次に、回路構成及び駆動波形について説明する。各走査配線12および各信号配線3にはそれぞれ走査電極駆動用回路18および信号電極駆動用回路19

11

を接続した。また、共通電極1にも共通電極駆動用回路20を接続した(図10)。信号電極3には情報を有する信号波形が印加され、走査電極12には走査波形が信号波形と同期をとって印加される。信号電極3から薄膜トランジスタ14を介して画素電極4に情報信号が伝達され、共通電極1との間で液晶部分に電圧が印加される。本発明では共通電極にも電圧波形を印加しており、その分より高い電圧が液晶層にかかる。各配線電極への印加電圧波形を図9に示す。なお、図9の電圧波形の振幅は、

*10 【表1】
表 1

各種電圧値

表示状態	$\Delta V_{GS}(+)$	$\Delta V_{GS}(-)$	V_{SH}	V_{SL}	V_{LCH}	V_{LCL}	V_{rms}
明	+1.76	-1.64	+11.14	-13.46	+9.24	-9.07	9.16
暗	+1.47	-1.57	+13.63	-11.33	+6.75	-6.94	8.85

【0036】図4に示す V_{ON} 、 V_{OFF} はそれぞれ9.16ボルト、6.85ボルトとなり、十分に高いコントラスト比80が得られた。

【0037】なお、本実施例では信号配線電極に供給する駆動電圧波形の振幅 V_{DP-P} ($\equiv V_{DH} - V_{DL}$)は僅かに2.2ボルトという大変に低い値で駆動できた。

【0038】【比較例1】実施例1の ϕ_{P1} および ϕ_{P2} をそれぞれ88°、-2°に設定し、電圧がゼロの時に最も暗くなる特性を得た(図4)。駆動電圧波形等他の構成は実施例1と同一とした。 V_{OFF} における明るさが12%もあり僅かに8という低いコントラスト比しか得られなかった。

【0039】【比較例2】実施例1の ϕ_{P1} および ϕ_{P2} をそれぞれ88°、-2°に設定し、電圧がゼロの時に最も暗くなる特性を得た(図4)。このような特性の変化に合わせて駆動電圧波形も変えた。即ち、図9の V_c を12.4ボルトの一定レベルとし、 V_{DH} を18.5ボルトとし、 V_{DL} を9.5ボルトとし、9.0ボルトの V_{DP-P} を得た。従って、 V_{DP-P} は実施例1の2.2ボルト比べて非常に高くなつた。

【0040】【実施例2】本実施例では実施例1の ϕ_{LC1} を88.5°、 ϕ_{P1} および ϕ_{P2} をそれぞれ88.5°、-1.5°に設定し、液晶のギャップを4.3μmと若干高めた。 $\Delta n \cdot d$ は0.310μmとなつた。発明者らの実験によると、 $\Delta n \cdot d$ を2分の1波長である0.28μm程度に固定したまま ϕ_{LC1} を90°に近づけてゆくと、 ϕ_{LC1} が約75°の時に透過率が最大になり再び減少する。これは電圧印加時の液晶配向状態が単純な一軸配向状態ではなく、3次元的に分布しているためである。そこで、発明者らが鋭意検討した結果、特に90°

* $V_{D-CENTER} = 14.0$, $V_{GH} = 28.0$, $V_{GL} = 0$, $V_{DH} = 15.1$,

$V_{DL} = 12.9$, $V_{CH} = 20.4$, $V_{CL} = 4.39$

に設定し、その結果、ゲート電極とソース電極の間の寄生容量による飛込み電圧 $\Delta V_{GS}(+)$, $\Delta V_{GS}(-)$, 画素電極にかかる電圧 V_s , 液晶にかかる電圧 V_{LC} は下表のようになつた。なお、電圧の単位は以後すべてボルトとする。

【0035】

*10 【表1】

表 1

に近い場合(85°以上)は見かけの $\Delta n \cdot d$ が若干減少するため、それを補償するように少し高めの値(0.31±0.05μm)に設定すれば良いことが分かった。本実施例ではこの点を考慮して、液晶のギャップを設定した。その結果、図8に示す特性を得た。

【0041】ラビング方向と一方の偏光板偏光透過軸方向を平行(即ち、 $\phi_{LC1} = \phi_{P1}$)とした結果、電圧ゼロの明るさが非常に低くなつた。 V_{OFF} の最大値、および V_{ON} はそれぞれ5.0ボルト、8.8ボルトとなつた。この特性に合わせて、共通電極に印加する電圧 $V_{CP-P}/2$ も6.9ボルトに設定した。他の構成は実施例1と同一である。その結果、信号配線電極に供給する駆動電圧波形の振幅 V_{DP-P} は3.8ボルトという低い値にでき、コントラスト比も250という非常に高い値を得た。

【0042】【実施例3】本実施例では実施例1の ϕ_{P1} および ϕ_{P2} をそれぞれ38°、-52°に設定し、図5に示すノーマリオーブン特性を得た。他の構成は実施例1と同一である。 V_{ON} , V_{OFF} 共に実施例1とほぼ等しくなつた。60というコントラスト比を得た。

【0043】実施例1と同様に信号配線電極に供給する駆動電圧波形の振幅 V_{DP-P} は僅かに2.2ボルトという大変に低い値で駆動できた。

【0044】【実施例4～6】本実施例では実施例1の ϕ_{LC} を75度、88度、89.5度とした。また、 $|\phi_{LC} - \phi_{P1}|$ は5度とした。他の構成は実施例1と同一である。その結果、図6に示すような特性が得られ、 V_{ON} , V_{OFF} はそれぞれ以下の表のようになつた。

【0045】

【表2】

表 2

液晶配向角 ϕ_{LC} 、各種電圧値、及びコントラスト比

実施例	ϕ_{LC} / 度	V_{OFF}	V_{ON}	V_{DP-P}	コントラスト比
3	7.5	2.7	7.7	5.0	120
4	8.8	5.3	8.4	3.1	95
5	89.5	6.3	9.1	2.8	110

【0046】いずれの実施例においても、5.0 ボルト以下という低い V_{DP-P} (信号配線電極に供給する駆動電圧波形の振幅) で駆動でき、コントラスト比も十分に高い値を得た。

【0047】【実施例7】液晶材料をメルク社製ZLI-2806に換えた。誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ は負でその値は -4.8 であり、屈折率異方性 Δn は 0.0437 である。 $\Delta n \cdot d$ を望ましい範囲にとるためにギャップ d を $6.3 \mu m$ とした。よって、 $\Delta n \cdot d$ は 0.275 である。ラビング方向と印加電界方向とのなす角度を 15 度 ($\phi_{LC1} = \phi_{LC2} = 15^\circ$) とした。2枚の偏光板 [日東電工社製G1220DU] でパネルを挟み、一方の偏光板の偏光透過軸をラビング方向より若干大きな角度、即ち $\phi_{P1} = 20^\circ$ に設定し、他方をそれに直交、即ち $\phi_{P2} = -70^\circ$ とした。これにより、本発明の第1の主要構成である画素に印加される電圧 V_{LC} をゼロから徐々に増大させるにしたがい明るさが減少し最小値をとる特性 (図7) を得た。本実施例では低電圧 (V_{OFF}) で暗状態、高電圧 (V_{ON}) で明状態をとるノーマリクローズ特性を採用した。 V_{OFF} は 2.9 V、 V_{ON} は 9.4 V である。以上の点を除けば他は実施例1と同じである。

【0048】6.5 ボルトという低い V_{DP-P} (信号配線電極に供給する駆動電圧波形の振幅) で駆動でき、コントラスト比も 180 という十分に高い値を得た。

【0049】【比較例3】実施例7の ϕ_{P1} および ϕ_{P2} をラビング方向と同一にし、それぞれ 15° 、 -75° に設定し、電圧がゼロの時に最も暗くなる特性を得た (図7)。駆動電圧波形等他の構成は実施例7と同一とした。 V_{OFF} における明るさが 7% もあり僅かに 11 という低いコントラスト比しか得られなかつた。

【0050】【実施例8】 ϕ_{LC1} 、 ϕ_{LC2} をそれぞれ 1.5° 、ギャップ d を $7.2 \mu m$ 、 $\Delta n \cdot d$ を $0.315 \mu m$ とした。一方の偏光板の偏光透過軸をラビング方向にほぼ平行、即ち $\phi_{P1} = 2.5^\circ$ に設定し、他方をそれに直交、即ち $\phi_{P2} = -87.5^\circ$ とした。他の条件は、実施例7と同一である。その結果、暗状態を得る電圧 V_{OFF} が 5.2 ボルト、明状態を得る電圧 V_{ON} が 7.8 ボルトとなった。この特性に合わせて、共通電極に印加する電圧 $V_{CP-P}/2$ も 6.5 ボルトに設定した。他の構成は実施例1と同一である。その結果、信号配線電極に供給する駆動電圧波形の振幅 V_{DP-P} は 2.6 ボルトという低い値

10 にでき、コントラスト比も 160 という高い値を得た。

【0051】【実施例9】本実施例は駆動方式が異なる点を除けば実施例1と同一である。本実施例の駆動波形を図12に示す。実施例1と異なる点は、走査配線電極に供給する電圧波形 V_G のレベルが V_{GH} と V_{GL} の2値だったものが、 V_{GL} が更に V_{GLH} と V_{GLL} に分かれ合計3値になった点にある。 V_{GLH} と V_{GLL} はそれぞれ V_{CH} と V_{CL} と同一に設定した。

【0052】本発明では主として基板面に平行な電界を印加することで明るさを変化させているが、この場合液晶部分を電気回路として見ると基板面に垂直な電界を印加する現行方式と比較して容量成分が著しく低い。これは、電極が面状であったものが線状になったこと、および電極間ギャップが広がったことによる。図11に1画素の透過回路を示す。液晶の容量 C_{LC} が上述のように小さくなつたため、走査配線電極と信号配線電極との間に止むなく形成されてしまう寄生容量 C_{GS} が相対的に増大してしまう。本実施例の場合 C_{LC} が $30 fF$ 程度であるのに対し、 C_{GS} は $20 \sim 50 fF$ となる。この寄生容量は、図9に示す飛込み電圧 ΔV_{GS} の大きさを支配し、画素に印加する実効電圧の変動要因になる。本実施例では、この現象を抑制するために、極力走査配線電極と共通電極の間の電位差を抑制するように、選択期間以外にはゲート電極の電位と共通電極の電位とがほぼ同一となるように走査配線電極に供給する駆動波形を設計した。各種電位は、走査配線電極への供給電位のレベル3値としたこと以外は実施例1と基本的には同様である。

【0053】本実施例では共通電極に印加する電圧波形としてフレームごとにレベルを変えるフレーム反転方式を採用したが、共通電極に印加する電圧波形を線順次でラインごとにレベルを変えるライン反転方式を採用しても良い。いずれの場合も、寄生容量の影響が抑制でき、負荷容量 C_S も小さく (除去も可能) できる。負荷容量の低減は更に駆動ICの負荷を引き下げるのに有効であり、より安価なICの適用が可能となる。

【0054】

【発明の効果】本発明によれば、界面方向の電界により液晶をスイッチングする方式の難点であった低駆動電圧化、高画素開口率化を実現し、低消費電力のICで構成され明るくかつ視角特性が良好で低コストの薄膜トランジスタ型液晶表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示装置における液晶の動作を示す図。

【図2】電界方向に対する、界面上の分子長軸配向方向（ラビング方向） ϕ_{LC} 、偏光板偏光軸方向 ϕ_P のなす角を示す図。

【図3】本発明の薄膜トランジスタ、電極、配線の構造を示す図。（a）正面図、（b）、（c）側断面図。

【図4】本発明の電気光学特性の1例を示す図。ノーマリクローズ型の例。

【図5】本発明の電気光学特性の別の例を示す図。ノーマリオープン型の例。

【図6】本発明の電気光学特性の別の例を示す図。ノーマリクローズ型。

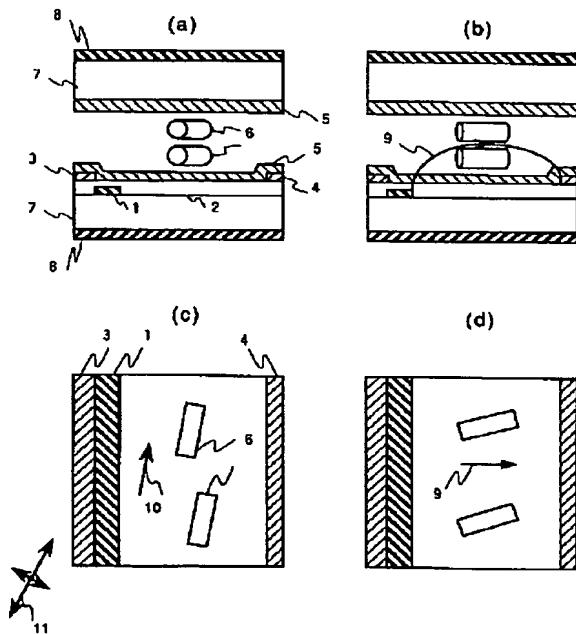
【図7】本発明の電気光学特性の別の例を示す図。ノーマリクローズ型。液晶の誘電率異方性が負の場合。

【図8】本発明の電気光学特性のさらに別の例を示す図。ノーマリクローズ型。

【図9】本発明の駆動波形を示す図。

【図1】

図 1



【図10】本発明の回路を示す図。

【図11】本発明の1画素の等価回路を示す図。

【図12】本発明の別の駆動波形を示す図。走査配線電極への電圧波形が3値レベルである場合。

【図13】本発明表示装置の複数画素の配置を示す図。

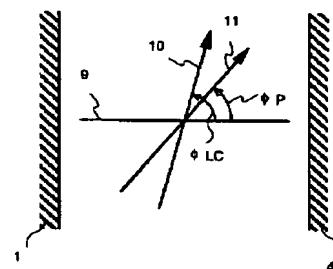
【図14】本発明表示装置のブラックマトリクスを含む複数画素の配置を示す図。

【符号の説明】

1…共通電極（コモン電極）、2…絶縁保護膜、3…信号電極（ドレイン電極）、4…画素電極（ソース電極）、5…保護絶縁膜、6…液晶組成物層中の液晶分子、7…基板、8…偏光板、9…電界方向、10…界面上の分子長軸配向方向（ラビング方向）、11…偏光板偏光透過軸方向、12…走査電極（ゲート電極）、13…アモルファシリコン、14…薄膜トランジスタ部、15…1画素ピッチ、16…付加容量素子部、17…コントロール回路、18…走査電極駆動回路、19…信号電極駆動回路、20…共通電極駆動回路、21…表示領域、22…遮光層。

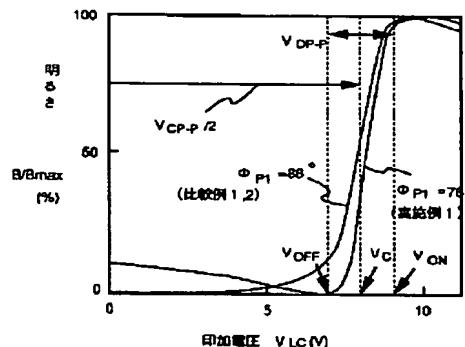
【図2】

図 2



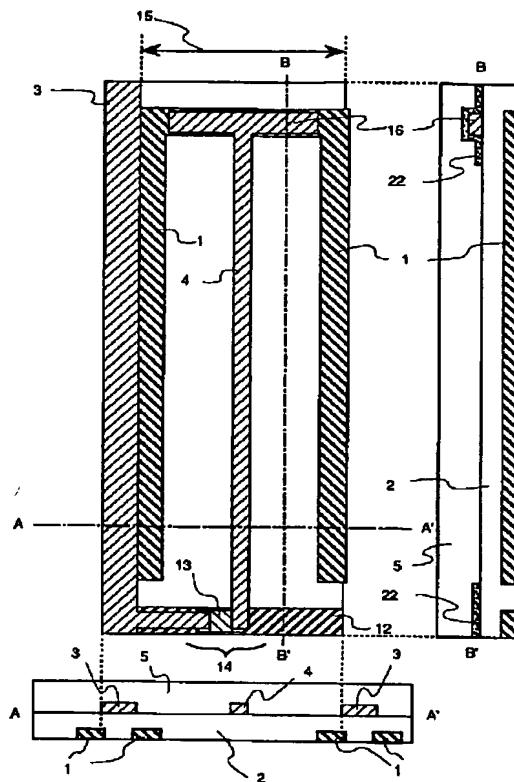
【図4】

図 4



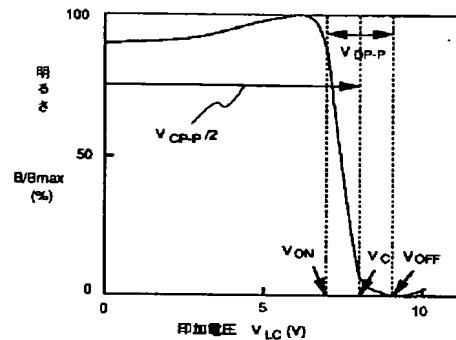
【図3】

図 3



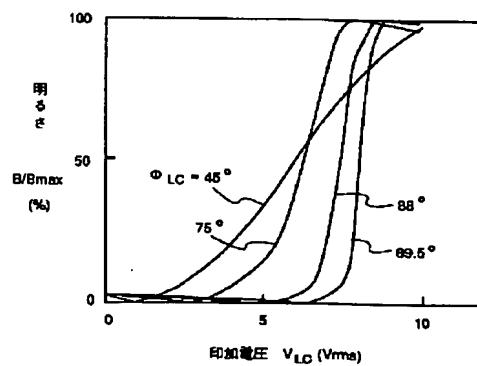
【図5】

図 5



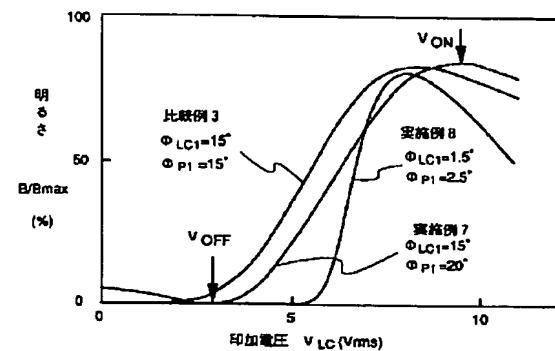
【図6】

図 6



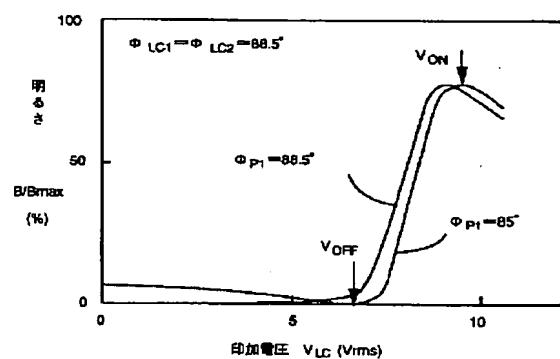
【図7】

図 7



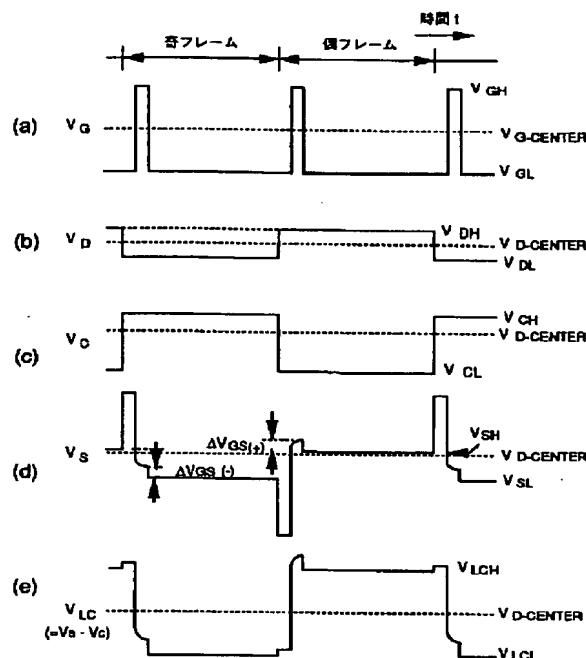
【図8】

図 8



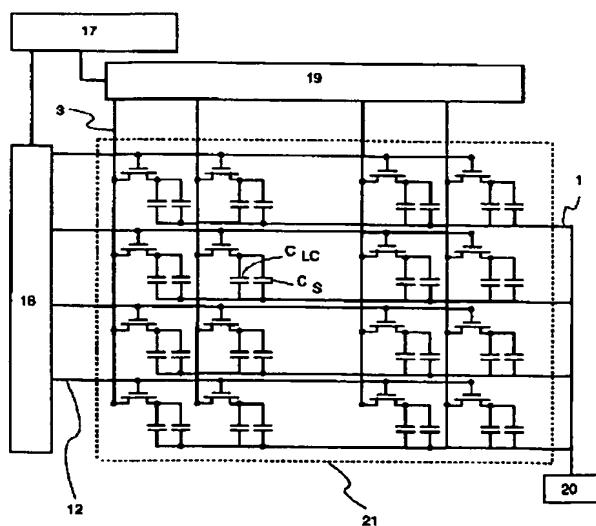
【図9】

図 9



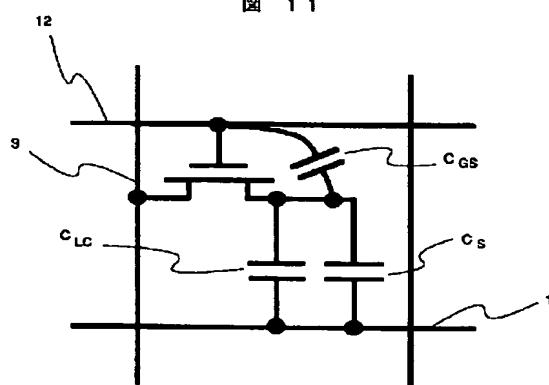
【図10】

図 10



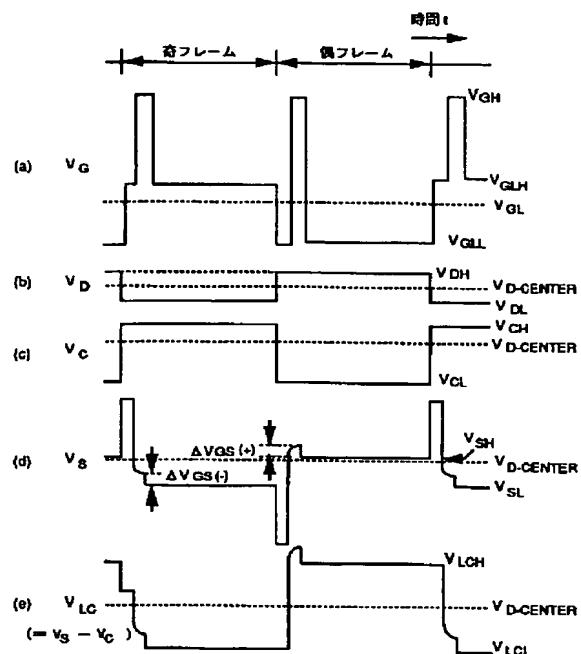
【図11】

図 11



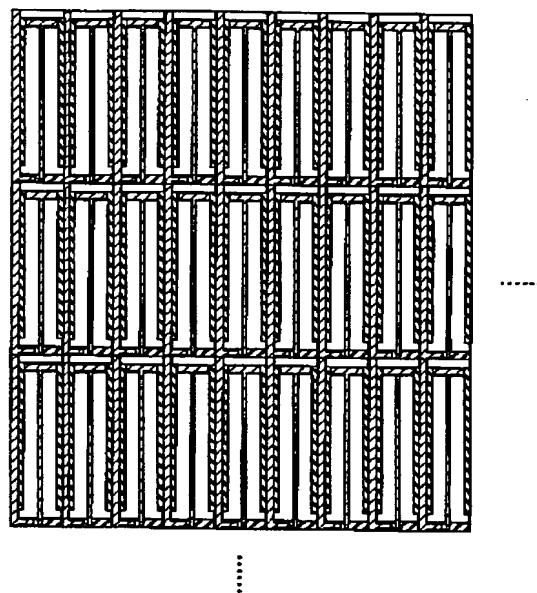
【図12】

図12



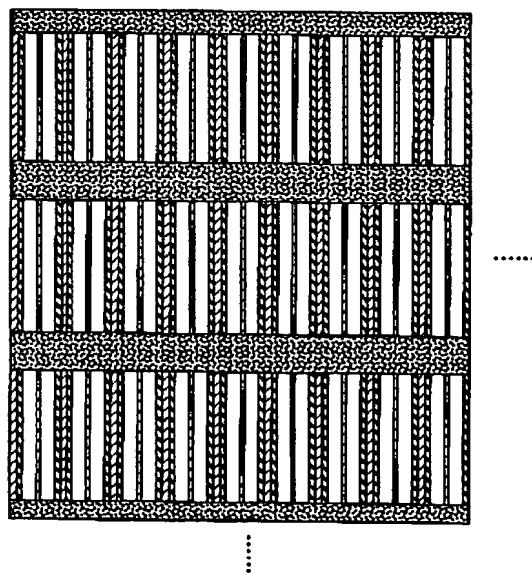
【図13】

図13



【図14】

図14



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.